



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 53 250 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
H 02 K 41/02

②① Aktenzeichen: 198 53 250.4
②② Anmeldetag: 18. 11. 1998
④③ Offenlegungstag: 25. 5. 2000

DE 198 53 250 A 1

⑦① Anmelder:
Siemens Linear Motor Systems GmbH & Co. KG,
80997 München, DE

⑦④ Vertreter:
Zedlitz, P., Dipl.-Inf.Univ., Pat.-Anw., 80331
München

⑦② Erfinder:
Stoiber, Dietmar, 82031 Grünwald, DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

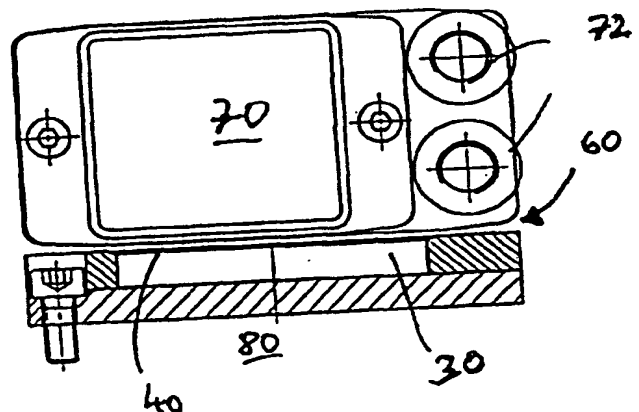
DE 195 47 686 A1
DE 195 03 511 A1
DE 195 01 938 A1
EP 08 78 899 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Linearmotor und Sekundärteil für einen Linearmotor

⑤⑦ Beschrieben wird ein Linearmotor mit einem Läufer (70) und einem Sekundärteil (80), wobei der Sekundärteil (80) eine Abdeckung (40) zum Schutz gegen mechanische Beschädigungen, aggressive Flüssigkeiten etc. trägt. Die Abdeckung (40) weist schwach magnetisierbares Material auf und wird von den Magnetelementen (30) des Sekundärteils am Ort gehalten, muß also nicht zusätzlich durch Klebung etc. befestigt werden und kann einfach ausgetauscht werden.

Vorzugsweise ist die Abdeckung einstückig auf den Sekundärteil, der aus mehreren Sekundärteilelementen bestehen kann, aufgelegt und trägt einen Maßstab zur Positionsregelung des Motors.



DE 198 53 250 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Linearmotoren und insbesondere auf Linearmotoren, deren Sekundärteil abgedeckt ist.

Im allgemeinen besteht ein Linearmotor aus einem zu meist feststehenden Sekundär- oder Reaktionsteil, in dem im Fall eines Synchronlinearmotors eine Anzahl Magnetelemente (Permanentmagnete) aneinander gereiht sind und eine Laufbahn für einen relativ dazu beweglichen Läufer definieren. Der Läufer wechselwirkt mit den Magneten des Sekundärteils und setzt diese Wechselwirkung in einer translatorischen Bewegung um.

Derartige Linearmotoren werden in verschiedenen Gebieten der Technik als Antriebe eingesetzt, beispielsweise bei Werkzeugmaschinen, Bearbeitungsmaschinen wie Bohr-, Fräs-, Dreh-, Bestückungs- oder Bondingautomaten bis hin zu Fahrzeugantrieben bei Magnetschwebbahnen etc.

Die Baulänge der Laufbahn richtet sich nach dem Einsatzzweck des Linearmotors und muß mindestens so lang sein wie der erforderliche Verschiebeweg Plus der Länge des Läufers. Um bei der Gestaltung verschieden langer Linearmotoren flexibel zu sein, sind deshalb die Sekundärteile aus kürzeren Sekundärteilelementen aufgebaut, die bis zur gewünschten Länge aneinandergereiht werden.

Die dabei entstehenden Stoßfugen sind allerdings insbesondere bei rauen Betriebsbedingungen nachteilig, da sich Staub, Betriebsflüssigkeiten, aggressive Stoffe etc. darin sammeln könnten. Auch tritt es häufig auf, daß feste Bauteile, Werkzeugstücke etc. auf die Laufbahn gelangen, beispielsweise wenn bei einem Bohrautomaten Bohrer abbrechen. Im ungünstigsten Fall können diese festen Stoffe vom Läufer des Motors ergriffen und im Bereich der Stoßfugen in den Sekundärteil getrieben werden.

Um dies zu vermeiden ist es üblich, die Laufbahn mit einer Abdeckung zu versehen, wobei die Abdeckung normalerweise als Kunststoff-Folie ausgebildet ist, die auf die Laufbahn des Sekundärteils aufgeklebt wird. Häufig gelingt es dabei jedoch nur ungenügend, die Stoßfugen zu egalisieren, so daß Unebenheiten entstehen, die vorzugsweise der oben dargestellten mechanischen Belastung ausgesetzt sind; aber auch die anderen Bereiche können relativ leicht beschädigt werden. Somit müssen die Kunststoff-Folien von Zeit zu Zeit ausgetauscht werden, was, wegen der Verklebung der Bahnen am Sekundärteil, relativ zeit- und kostenintensiv ist und Maschinenstillstandszeiten verursacht.

Dementsprechend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Sekundärteil für einen Linearmotor und einen Linearmotor anzugeben, bei denen eine Abdeckung die Lauffläche des Sekundärteils zuverlässig schützt und wobei die Abdeckung einfach austauschbar ist.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 bzw. durch einen Linearmotor nach Anspruch 11; die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

Erfindungsgemäß weist die Abdeckung des Sekundärteils magnetisierbares Material auf.

Zwar geht man im allgemeinen davon aus, daß in den Luftspalt eines Linearmotors, d. h. zwischen Sekundärteil und Läufer, kein magnetisches Material eingebracht werden darf, weil dadurch der Magnetfluß zwischen Läufer und Sekundärteil beeinträchtigt werden würde. Demgegenüber hat der Erfinder erkannt, daß diese an sich nachteilige Wirkung sich auch positiv ausnutzen läßt. Indem die Abdeckung aus magnetisierbarem Material besteht, kann sie einfach auf die Sekundärteiloberfläche gelegt werden und haftet ohne Zusatz weiterer Mittel allein durch die Wirkung der Magnetelemente im Sekundärteil.

Dabei kann die Abdeckung einstückig aus magnetisierbarem Material bestehen, oder ein nichtmagnetisches Material kann in Teilbereichen mit magnetischen Flächen versehen sein, beispielsweise Streifen, die sich längs der Laufbahn erstrecken und mit der Sekundärteiloberfläche in Kontakt stehen. Da die Verluste aufgrund von magnetischem Material im Luftspalt einerseits proportional zur Schichtdicke und andererseits proportional zur Tragfähigkeit sind, sollte das magnetisierbare Material eine Sättigungsinduktion von nicht mehr als 1,5 Tesla aufweisen, bei einer Schichtdicke von vorzugsweise weniger als 0,5 mm. Damit eine ausreichende Haftkraft erzielt wird, sollte eine Mindestsättigungsinduktion von 0,3 Tesla vorliegen, und um eine ausreichende Funktion der Abdeckung als Schutz gegen mechanische Beanspruchung sicherzustellen, sollte eine Mindestschichtdicke von 0,1 mm vorliegen. Ein geeignetes Material ist beispielsweise Edelstahl mit einer Sättigungsmagnetisierung von $\leq 1,5$ Tesla.

Abdeckungen im Bereich der obengenannten Angaben haften einerseits ausreichend fest am Sekundärteil, bieten Schutz gegen mechanische Beschädigungen und können über die gesamte Länge der Laufbahn einstückig aufgebracht werden und beispielsweise als Rollenmaterial geliefert werden; die Leistungsverluste liegen etwa im Bereich von 5 bis 6% der ursprünglichen Schubkraft.

Da das Material ausreichend fest gegen mechanische Beanspruchungen ist und positionsstabil als einstückige Bahn auf den Sekundärteil ausgelegt werden kann, ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante ein Längenmaßstab auf das Material aufgebracht, beispielsweise durch Einprägen, Bedrucken, Bekleben etc. Derartige Längenmaßstäbe sind für den Betrieb eines Linearmotors zur Positionsregelung erforderlich und wurden bisher seitlich am Sekundärteil angebracht und mit einem Lesekopf am Läufer abgelesen. Diese seitliche Anbringung hat allerdings den Effekt, daß bei einer möglichen horizontalen Verkantung des Läufers gegen den Sekundärteil, und damit gegen den Maßstab ein Meßfehler in Längsrichtung des Maßstabs auftreten kann. Wenn demgegenüber der Maßstab auf der Abdeckung des Sekundärteils angebracht ist, vorzugsweise in der Mitte der Laufbahn, führt eine Verkantung des Läufers lediglich zu einer seitlichen Verschiebung des Lesekopfs am Maßstab, nicht jedoch zu einer Verschiebung in der Längsrichtung, so daß mit der erfindungsgemäßen Ausgestaltung zusätzlich noch eine Erhöhung der Positionsmeßgenauigkeit erzielt werden kann.

Einzelheiten hinsichtlich der Ausgestaltung des Maßstabes werden hier nicht aufgeführt, da solche Maßstäbe, wie dargestellt, dem Fachmann bekannt sind.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Sekundärteilelement ohne Abdeckung in Aufsicht,

Fig. 2 einen Seitenquerschnitt durch ein Sekundärteilelement mit Abdeckung,

Fig. 2a ein Detail der Fig. 2,

Fig. 3 eine Aufsicht auf ein Sekundärteilelement mit Abdeckung,

Fig. 4 eine Vorderansicht des Linearmotors mit Querschnitt durch den Sekundärteil,

Fig. 5 eine Seitenansicht des Linearmotors und

Fig. 6 einen schematischen Längsschnitt durch den Linearmotor mit dem Verlauf der magnetischen Feldlinien.

Da der konstruktive Aufbau eines Sekundärteils für einen Linearmotor im einzelnen als bekannt vorausgesetzt werden kann, wird er im folgenden nur kursorisch beschrieben.

Gemäß den Fig. 1 und 2 sind auf einer Bodenplatte 10 in einer Reihe Magnetelemente 30 mit Abstand zueinander an-

geordnet. Diese Magnetelemente sind mit einer Kunstharzvergußmasse 20 vergossen, die die Magnetelemente mit Ausnahme des Bodens allseitig umgibt, so daß ein kompaktes Sekundärteilelement 80 gebildet ist, das über Bohrlöcher 50 und Schrauben 52 einer geeigneten Position montiert werden kann.

Bei den erfindungsgemäßen Sekundärteil- bzw. Sekundärteilelementen ist eine Abdeckung 40 aus schwach magnetischem Material wie beispielsweise Edelstahl vorgesehen. Diese Abdeckung ist in eine Ausnehmung in der Verfußmasse 20 eingelegt, wie insbesondere aus der Fig. 2a ersichtlich ist. Die Ausnehmung kann während des Vergießens der Magnetelemente ausgebildet werden oder auch durch einen separaten Frässhritt. Die Tiefe der Ausnehmung sollte etwa der Blechdicke entsprechen, damit eine im wesentlichen ebene Oberfläche des Sekundärteils erzielt wird.

Fig. 4 zeigt einen Linearmotor, wobei der Läufer 70 über einen Luftspalt 60 mit dem Sekundärteilelement 80 wechselwirkt. Der Aufbau des Läufers 70 mit Anschlüssen 72 etc. ist allgemein bekannt und wird hier nicht näher erläutert.

Fig. 5 zeigt den Linearmotor in Seitendarstellung. Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, daß mehrere Sekundärteilelemente 80 aneinandergereiht werden, um eine gewünschte Sekundärteillänge zu erzielen.

Zwar ist es grundsätzlich möglich, jedes einzelne Sekundärteilelement mit einer separaten Abdeckung 40 zu versehen, wie in Fig. 3 dargestellt ist, wobei aber die Stoßfugen 82 zwischen aneinandergrenzenden Sekundärteilelementen sich bis zur Oberfläche der Laufbahn fortsetzen.

Deshalb wird bevorzugt ein durchgängiges Bahnmaterial für die Abdeckung verwendet, das beispielsweise als Rollenmaterial angeliefert werden kann und durchgängig von einem Ende der Laufbahn bis zum anderen Ende aufgebracht werden kann. In diesem Fall ist es besonders vorteilhaft, wenn das Bahnmaterial einen Maßstab trägt, der über einen entsprechenden Lesekopf am Läufer erfaßt werden kann. Der Maßstab ist vorzugsweise in der Mitte des Bahnmaterials bzw. der Abdeckung angebracht, wie schematisch durch die Mittellinie in Fig. 3 dargestellt ist.

Da die Abdeckung durch alle Magnetelemente des Sekundärteils am Ort gehalten wird, ist sie zuverlässig gegen Horizontalverschiebungen geschützt. Um andererseits die Abdeckung zu entfernen, kann sie einfach angehoben werden, wobei jeweils immer nur die Wirkung eines Magnetelementes zu überwinden ist.

Fig. 6 zeigt schematisch den Feldlinienlauf im eingeschalteten Linearmotor, wobei die Zähne des Ankers im Läufer mit 74₁, . . . , 74₄ bezeichnet sind.

Der Feldlinienverlauf wurde mit Hilfe der Methode der finiten Elemente berechnet und zeigt den Einfluß der magnetischen Abdeckung 40 auf das Magnetfeld.

Patentansprüche

1. Sekundärteil für einen Linearmotor mit Magnetelementen (30), die eine Laufbahn für den Läufer (70) des Linearmotors definieren, und einer flachen Abdeckung (40) der Laufbahn, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abdeckung (40) magnetisierbares Material aufweist.
2. Sekundärteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckung einstückig aus magnetisierbarem Material besteht.
3. Sekundärteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckung zumindest einen längs der Laufbahn verlaufenden Streifen aus magnetisierbarem Material aufweist.
4. Sekundärteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-

durch gekennzeichnet, daß das Material eine Sättigungsinduktion von maximal 1,5 Tesla aufweist.

5. Sekundärteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetisierbare Material eine Sättigungsinduktion von mindestens 0,3 Tesla aufweist.

6. Sekundärteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckung eine Dicke von weniger als 0,5 mm aufweist.

7. Sekundärteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckung eine Dicke von mindestens 0,1 mm aufweist.

8. Sekundärteil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetisierbare Material Edelstahl ist.

9. Sekundärteil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche der Abdeckung einen längs der Laufbahn verlaufenden Maßstab trägt.

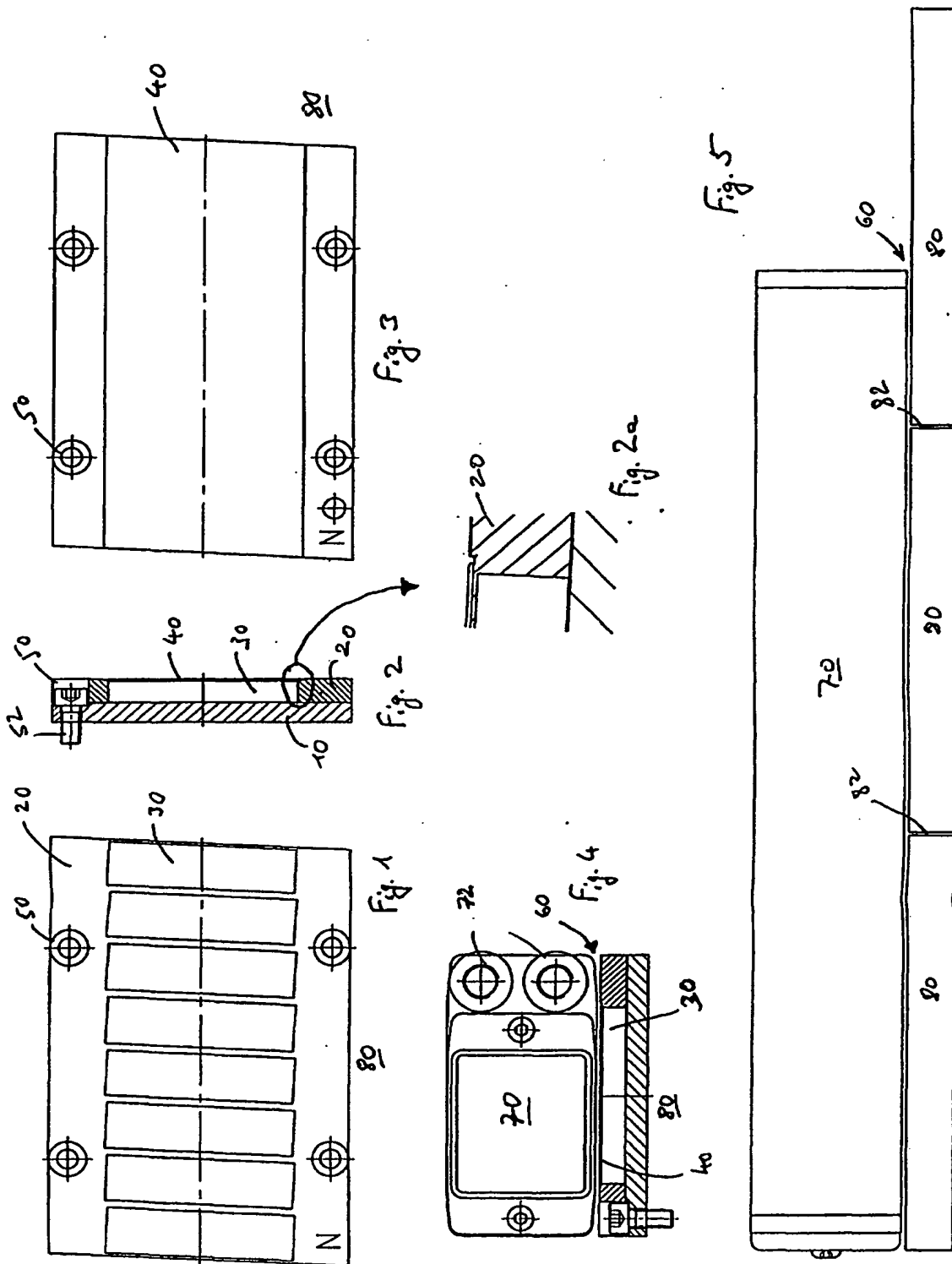
10. Sekundärteil nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Anzahl von längs der Laufbahn aneinandergereihten Sekundärteilelementen, wobei die Abdeckung sich einstückig über alle Sekundärteilelemente erstreckt.

11. Sekundärteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch eine Anzahl von längs der Laufbahn aneinandergereihten Sekundärteilelementen (80), wobei jedes Sekundärteilelement eine eigene Abdeckung aufweist.

12. Linearmotor mit einem Läufer und einem Sekundärteil, dadurch gekennzeichnet, daß der Sekundärteil nach einem der vorstehenden Ansprüche ausgebildet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



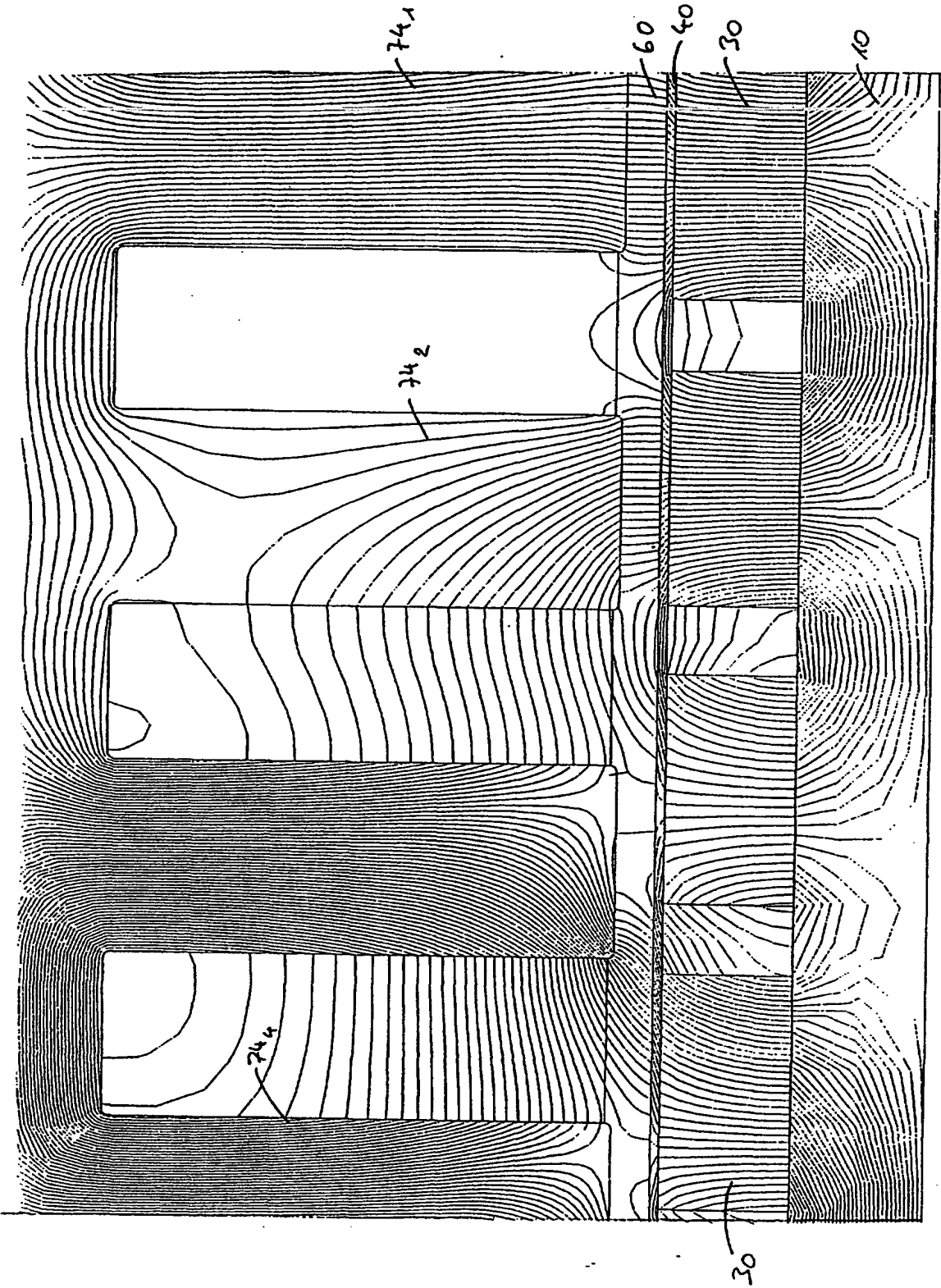


Fig. 6